

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of :
Sang-Kee KIM :
Serial No.: [NEW] : Attn: Applications Branch
Filed: June 30, 2003 : Attorney Docket No.: SEC.1068
For: ION IMPLANTING APPARATUS FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR
DEVICES

CLAIM OF PRIORITY

Honorable Assistant Commissioner for Patents and Trademarks,
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicant, in the above-identified application, hereby claims the priority date
under the International Convention of the following Korean application:

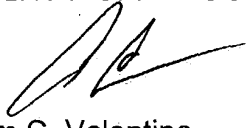
Appln. No. 10-2002-0057188 filed September 19, 2002

as acknowledged in the Declaration of the subject application.

A certified copy of said application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

VOLENTINE FRANCOS, PLLC


Adam C. Volentine
Registration No. 33,289

12200 Sunrise Valley Drive, Suite 150
Reston, Virginia 20191
Tel. (703) 715-0870
Fax. (703) 715-0877

Date: June 30, 2003



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0057188
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 09월 19일
Date of Application SEP 19, 2002

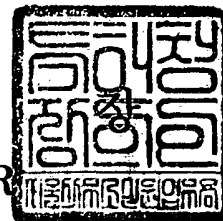
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 04 월 10 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2002.09.19
【발명의 명칭】	반도체 소자를 제조하기 위한 이온 주입 장치
【발명의 영문명칭】	Ion implanting apparatus for manufacturing semiconductor devices
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	임창현
【대리인코드】	9-1998-000386-5
【포괄위임등록번호】	1999-007368-2
【대리인】	
【성명】	권혁수
【대리인코드】	9-1999-000370-4
【포괄위임등록번호】	1999-056971-6
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김상기
【성명의 영문표기】	KIM, SANG KEE
【주민등록번호】	751027-1026013
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을주공1단지아파트 106동 1005호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 임창현 (인) 대리인 권혁수 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 1 면 1,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 6 항 301,000 원

【합계】 331,000 원

【첨부서류】

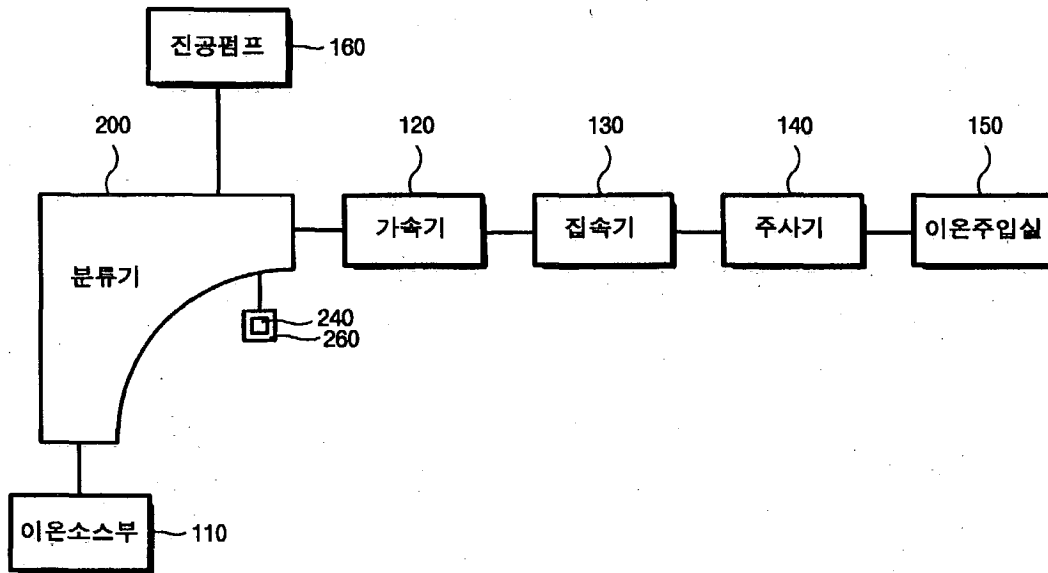
1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

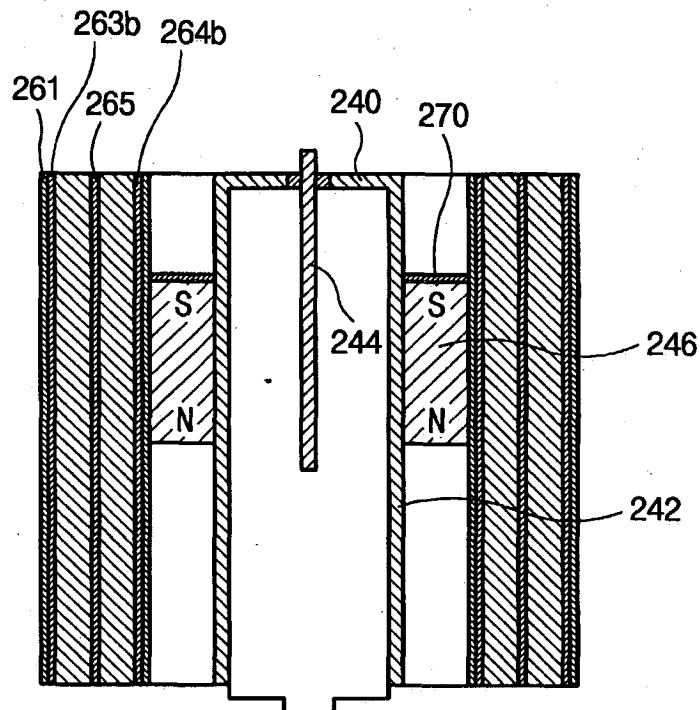
【요약】

본 발명은 반도체 소자를 제조하기 위한 이온 주입 장치로, 이온 주입 장치는 이온 소스부에서 생성된 이온들 중 웨이퍼에 주입할 이온만을 선별하는 분류기, 상기 분류기의 진공을 형성하기 위한 진공장치, 상기 분류기의 진공도를 측정하는 측정기, 그리고 상기 분류기에서 발생하는 자기장에 의해 상기 측정기가 영향을 받는 것을 최소화하는 차폐기를 구비한다. 본 발명에서 상기 차폐기는 상기 측정기의 둘레를 감싸는 복수의 차폐판들과 상기 복수의 차폐판들 사이에 삽입되는 유전체를 구비한다.

본 발명인 이온 주입 장치에 의하면 상기 측정기인 콜드 캐소드 이온 게이지의 둘레에 차폐기를 구비하므로, 상기 콜드 캐소드 이온 게이지 내부에 형성된 자기장이 분류기에서 발생한 자기장에 의해 영향을 받는 것을 최소화할 수 있어, 상기 분류기 내의 진공도를 정확하게 측정할 수 있는 효과가 있다.



【대표도】



【색인어】

이온 주입 장치, 진공측정기, 콜드 캐소드 이온 게이지, 자기장 차폐기

【명세서】

【발명의 명칭】

반도체 소자를 제조하기 위한 이온 주입 장치{Ion implanting apparatus for manufacturing semiconductor devices}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 이온 주입 장치의 개략단면도;

도 2는 도 1의 분류기의 사시도;

도 3은 본 발명의 측정기의 단면도;

도 4는 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 자기장 차폐기의 사시도;

도 5a는 도 4의 선 I-I을 따라서 절단한 면의 일예를 보여주는 단면도; 그리고

도 5b는 도 4의 선 I-I을 따라서 절단한 면의 다른 예를 보여주는 단면도이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

110 : 이온소스부

120 : 가속기

130 : 집속기

140 : 주사기

150 : 이온주입실

160 : 진공펌프

200 : 분류기

240 : 콜드 캐소드 이온 게이지

242 : 캐소드

244 : 애노드

246 : 영구자석

260 : 자기장 차폐기

263 : 제 1 차폐판

264 : 제 2 차폐판

265 : 제 3 차폐판

266 : 유전체

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <16> 본 발명은 반도체 장치의 제조 설비에 관한 것으로서, 더 상세하게는 반도체 기판상의 특정부위에 이온화된 불순물을 주입시키는 이온 주입 장치에 관한 것이다.
- <17> 반도체 소자를 제조하기 위한 공정중 이온주입공정은 순수 실리콘(Si) 웨이퍼에 붕소(B), 알루미늄(Al), 인듐(In)과 같은 p형 불순물과 안티몬(Sb), 인(P), 비소(As)와 같은 n형 불순물 등을 플라즈마 이온빔 상태로 만든 후, 반도체 결정 속에 침투시켜 필요한 전도형 및 비저항의 소자를 얻는 공정으로, 웨이퍼에 주입되는 불순물의 농도를 용이하게 조절할 수 있다는 점에서 많이 이용되고 있다.
- <18> 이러한 이온 주입 공정이 진행되는 설비는 이온 공급부, 분류기, 가속기, 집속기, 주사기, 이온주입실, 그리고 진공펌프를 구비한다.
- <19> 일반적으로 반도체 제조 공정은 미세한 파티클(Particle)에 의해서도 공정불량이 발생하므로, 고진공으로 유지되는 것은 매우 중요하다. 따라서 공정 진행 중에 진공측정기에 의해 이온 공급부, 분류기, 웨이퍼 가공실등의 진공도를 계속 측정한다.
- <20> 진공측정기로는 전자의 충돌에 의해 전리된 양이온의 흐름, 즉 전류를 측정하여 진공도를 측정하는 전리 진공 측정장치가 주로 사용된다. 이러한 전리 진공 측정장치로는

핫 캐소드 이온게이지(Hot Cathod Ion Gauge : HCIG)와 콜드 캐소드 이온 게이지(Cold Cathod Ion Gauge : CCIG)가 있다

<21> 분류기는 질량분석기 원리를 이용하여 원하는 원자량만을 가진 양이온을 분류해 내는 장치로 공급되는 전류의 크기에 비례하여 자기장을 형성하는 자석을 가진다. 분류기에 공급되는 전류의 크기는 이온의 종류에 따라 다르다. 예컨대 분류하고자 하는 이온이 원자량 11을 가지는 붕소의 경우에는 28A 내지 29A의 전류가 공급되고, 원자량 31을 가지는 인의 경우에는 63A 내지 64A의 전류가 공급되며, 원자량 75를 가지는 비소의 경우에는 121A 내지 122A의 전류가 공급된다. 따라서 분류하고자 하는 이온이 원자량 75를 가지는 비소인 경우에는 자석에 의해 형성되는 자기장은 매우 크다.

<22> 분류기의 자석에서 형성되는 자기장은 분류기 내의 진공도를 측정하는 콜드 캐소드 이온 게이지내의 자기장에 영향을 미친다. 분류기의 자석에서 형성되는 자기장의 방향과 콜드 캐소드 이온 게이지 내에서 형성된 자기장의 방향이 역방향인 경우, 진공도 측정을 위해 콜드 캐소드 이온 게이지가 읽는 전류값은 매우 불안정한 수치를 가지게 되어 정확한 판독이 어렵게 된다. 이와 반대로 분류기의 자석에서 형성되는 자기장의 방향과 콜드 캐소드 이온 게이지 내에서 형성된 자기장의 방향이 동일한 경우에도 콜드 캐소드 이온 게이지 내의 자기장이 일정한 값을 가지지 않기 때문에 측정된 진공도의 신뢰성이 떨어지고, 콜드 캐소드 이온 게이지 내의 음전극에 양이온들이 빠르게 증착되어 콜드 캐소드 이온 게이지의 수명이 단축되는 문제점이 발생한다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<23> 본 발명은 분류기에 설치된 자석에 의해 형성된 자기장의 영향을 받지 않고 분류기 내의 진공도를 정확하게 측정할 수 있는 이온 주입 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다

<24> 또한, 본 발명은 분류기의 자기장에 의해 콜드 캐소드 이온 게이지 내부에 큰 자기장이 형성됨으로써, 이온들이 콜드 캐소드 이온 게이지의 전극에 빠르게 증착되어 수명이 단축되는 것을 방지할 수 있는 이온 주입 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<25> 상술한 목적을 달성하기 위하여 본 발명인 이온 주입 장치는 이온소스부에서 생성된 이온들 중 웨이퍼에 주입할 이온만을 선별하는 분류기, 상기 분류기의 진공을 형성하기 위한 진공장치, 상기 분류기의 진공도를 측정하는 측정기, 그리고 상기 분류기에서 발생하는 자기장으로부터 상기 측정기를 차폐할 수 있는 차폐기를 구비한다.

<26> 본 발명에서 상기 차폐기는 상기 측정기의 둘레를 감싸는 복수의 차폐판들과 상기 복수의 차폐판들 사이에 삽입되는 유전체를 구비한다. 바람직하게는 상기 차폐기는 중공 원통형으로 이루어지며 동심원을 이루는 3개의 차폐판을 구비한다.

<27> 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면 도 1 내지 도 6을 참조하면서 보다 상세히 설명한다. 상기 도면들에 있어서 동일한 기능을 수행하는 구성요소에 대해서는 동일한 참조번호가 병기되어 있다.

<28> 본 발명의 실시예는 여러가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예로 인해 한정되어 지는 것으로 해석되어져서는 안된다. 본 실시예는

당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제
공되어지는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위
해서 과장되어진 것이다.

<29> 도 1은 본 발명의 이온 주입 장치를 개략적으로 보여주는 단면도이고 도 2는 도 1
의 분류기의 사시도이다.

<30> 도 1에서 보는 바와 같이, 이온 주입 장치는 이온 공급부(Ionization
Portion)(110), 분류기(Analyzer Portion)(200), 가속기(Acceleration Portion) (120),
집속기(Focusing Portion)(130), 주사기(Scanning Portion)(140), 이온 주입실
(Implanting Chamber)(150), 그리고 진공 펌프(Vacuum Pump)(160)를 구비한다.

<31> 상기 이온 공급부(110)는 이온들을 생성하는 부분이며, 상기 분류기(200)는 질량분
석기 원리를 이용하여 상기 이온 공급부로부터 생성된 이온들중 웨이퍼에 주입될 원하는
원자량을 가지는 이온들을 선별하는 부분이다.

<32> 도 2에서 보는 바와 같이 상기 분류기(200)는 폭이 넓고 높이가 작은 터널 형상의
공간을 가지며, 이온 빔(ion beam)의 방향이 변하는 상기 분류기(200)의 가운데 부분은
일정한 곡률반경을 갖는다.

<33> 상기 분류기(200)의 주위에는 전류 흐름에 따라 자기장이 형성되어 상기 이온 공급
부(110)에서 생성된 이온 빔이 상기 공간을 통과할 때 공정에 부적합한 이온을 상기 공
간 내에 잔류시키는 자석(220)이 설치된다. 상기 분류기(200)에 가해지는 전류의 크기는
선별하고자 하는 이온의 원자량에 따라 상이하다. 즉, 선별하고자 하는 이온의 원자량
이 클수록 상기 분류기(200)에 가해지는 전류의 크기는 커진다.

- <34> 상기 가속기(120)는 상기 분류기(200)에서 선별된 이온을 원하는 깊이까지 웨이퍼에 주입할 수 있는 정도의 에너지로 가속하는 부분이다.
- <35> 상기 집속기(130)는 중성원자가 이온화되어 이동할 때 양이온들은 뭉쳐진 상태이므로 반발력에 의해 이온빔이 퍼져나가는 것을 방지하기 위해 이온빔을 집속하는 부분이다.
- <36> 상기 주사기(140)는 웨이퍼상에 상기 이온빔을 균일하게 분포하기 위해 상기 이온빔의 진행 방향을 상하좌우로 이동시켜 주는 부분이며, 상기 이온 주입실(150)은 웨이퍼에 이온이 주입되는 부분이고, 상기 진공펌프(160)는 상기 분류기(200) 내를 진공으로 유지하기 위한 것이다.
- <37> 도 2에서 보는 바와 같이 상기 분류기의 일측에는 공정 진행 중 실시간으로 상기 분류기(200) 내의 진공도를 측정하기 위한 측정기(240)인 콜드 캐소드 이온 게이지(Cold Cathode Ion Gauge)가 위치된다.
- <38> 도 3은 콜드 캐소드 이온 게이지의 단면을 보여주는 도면으로, 도 3을 참조하면 상기 콜드 캐소드 이온 게이지는 캐소드(Cathode)(242), 애노드(Anode)(244), 그리고 영구자석(Permanent Magnet)(246)을 구비한다.
- <39> 상기 캐소드(242)는 일단이 상기 분류기(200)와 연통되는 원통형의 전극이며, 상기 애노드(244)는 상기 캐소드(242)와 동일한 축을 가지는 원통형의 전극으로 상기 캐소드(242)의 내부에 상기 캐소드(242)와 소정거리 이격된 채로 삽입된다. 상기 캐소드(242)와 상기 애노드(244)에는 전자들이 음의 전극에서 양의 전극으로 이동되도록 전자들을 가속하기 위해 높은 전압이 제공된다.



- <40> 상기 캐소드(242)의 둘레에는 상기 전극들의 축에 평행한 자기장을 형성하기 위해 영구자석(246)이 위치된다. 상기 자기장에 의해 상기 전자들은 직선이 아닌 일정한 궤도를 그리면서 양의 전극으로 향하게 된다. 이로 인해 상기 전자들은 상기 캐소드(242)와 상기 애노드(244) 사이에 있는 가스분자와 충돌할 가능성이 증가되며, 양이온들을 생성을 향상시킨다. 생성된 상기 양이온들은 음의 전극으로 향하며, 이들 양이온들의 흐름은 전류의 크기로 측정된다. 이 전류의 크기는 가스분자들의 수와 비례하며, 상기 가스의 부피는 측정될 수 있기 때문에, 가스압력을 계산하기 위해 사용될 수 있다.
- <41> 상기 콜드 캐소드 이온 게이지(240) 내의 영구자석(246)은 공정 진행 중 항상 동일한 크기의 자기장을 형성하여야 한다. 이는 자기장의 크기가 변하면 진공도의 측정값은 신뢰성이 떨어지기 때문이다. 그러나 상기 분류기(200)의 자석(220)에서 매우 큰 자기장이 형성된 경우 그 자기장은 상기 콜드 캐소드 이온 게이지(240) 내의 자기장에 영향을 미치게 되므로, 본 발명의 이온 주입 장치는 상기 분류기(200)의 전자석에서 형성된 자기장이 상기 콜드 캐소드 이온 게이지(240)에 의한 상기 분류기의 진공도 측정에 영향을 주는 것을 최소화하기 위해 자기장 차폐기(Magnetic Shielder)(260)를 구비한다.
- <42> 도 4는 본 발명의 자기장 차폐기의 바람직한 일실시예를 보여주는 사시도이고, 도 5a는 도 4의 선 I-I을 따라서 절단한 면의 일예를 보여주는 단면도이며, 도 5b는 도 4의 선 I-I을 따라서 절단한 면의 다른 예를 보여주는 단면도이다.
- <43> 도 4를 참조하면, 상기 자기장 차폐기(260)는 통형의 형상을 가지며 내부에 상기 콜드 캐소드 이온 게이지를 삽입한다. 상기 자기장 차폐기(260)는 원통형으로 형성되는 것이 바람직하다. 이는 상기 자기장 차폐기(260)가 각진 형상을 가지는 경우 설비 주변에 형성된 고전압에 의해 상기 각진 부분에 아킹(Arcing)이 발생할 수 있기 때문이다.

<44> 상기 자기장 차폐기(260)의 내벽(261)과 외벽(262)은 스테인리스 스틸(SUS)을 재질로 하여 형성되며, 도 5a에서 보는 바와 같이 내부에는 상기 내벽(261)과 밀착되고 자기장을 차폐할 수 있는 제 1 차폐판(First Magnetic Shielding Plate)(263a)과 상기 외벽(262)과 밀착되고 자기장을 차폐할 수 있는 제 2 차폐판(Second Magnetic Shielding Plate)(264a)을 구비한다. 상기 차폐판들(263a, 264a)은 동일한 축을 가지는 원통의 형상이다. 상기 제 1 차폐판(263a)과 상기 제 2 차폐판(264a)은 그들 사이에 소정의 공간이 형성되도록 이격되어 위치된다. 상기 공간에는 자기장을 더 효과적으로 차단하기 위해 유전율이 높은 유전체(Dielectric Substance)(266)가 삽입한다.

<45> 도 5b는 상기 자기장 차폐기(260)의 다른 예를 보여주는 도면이다. 도 5b를 참조하면, 상기 차폐기(260)의 내부는 상기 내벽(261)과 밀착된 제 1 차폐판(263b)과 상기 외벽(262)과 밀착된 제 2 차폐판(264b), 그리고 상기 제 1 차폐판(263b)과 상기 제 2 차폐판(264b) 사이에 위치되는 제 3 차폐판(265)을 구비한다. 바람직하게는 상기 제 3 차폐판(265)은 상기 제 1 차폐판(263b)과 상기 제 2 차폐판(264b)의 가운데 위치하는 것이 바람직하며, 이들 상기 차폐판들(263b, 264b, 265)은 동심원을 형성한다. 상기 차폐판들(263b, 264b, 265)은 그들 사이에 소정의 공간이 형성되도록 이격된 채로 위치되며, 상기 제 1 차폐판(263b)과 상기 제 3 차폐판(265)사이의 공간 및 상기 제 3 차폐판(265)과 상기 제 2 차폐판(264b) 사이의 공간사이에는 유전체(266)가 삽입된다. 각 공간에 삽입되는 유전체(266)는 동일한 종류이거나 상이한 종류일 수 있다.

<46> 도 6은 상기 쿨드 캐소드 이온 게이지(240)와 상기 차폐기(260)가 결합된 상태의 단면을 보여주는 도면이다. 상기 차폐기(260)는 상기 쿨드 캐소드 이온 게이지(240)의 영구자석(246)의 외경과 동일하거나 큰 내경을 가진다. 상기 차폐기(260)는 안쪽에 스토



퍼(270)을 구비한다. 상기 스톱퍼(270)은 상기 상기 콜드 캐소드 이온 게이지(240)가 설비에 수직으로 설치되는 경우, 상기 차폐기(260)가 아래로 내려가는 것을 방지하기 위한 것이다.

<47> 따라서, 본 발명에 의하면 상기 콜드 캐소드 이온 게이지(240)의 둘레에 상기 자기장 차폐기(260)를 구비하므로, 상기 콜드 캐소드 이온 게이지(240) 내부는 항상 일정한 자기장만이 형성되어 상기 분류기(200) 내의 진공도를 정확하게 측정할 수 있다.

<48> 본 실시예에서는 차폐기는 내부에 2개 또는 3개의 차폐판을 구비하는 것으로 설명하였다. 그러나 상기 차폐판의 수를 증가할 수록 상기 분류기의 자석에서 형성된 자기장이 상기 콜드 캐소드 이온 게이지에 미치는 영향은 감소하므로, 본 실시예와 달리 상기 차폐기는 더 많은 수의 상기 차폐판을 구비할 수 있다.

【발명의 효과】

<49> 본 발명인 이온 주입 장치는 콜드 캐소드 이온 게이지의 둘레에 차폐기를 구비하므로, 콜드 캐소드 이온 게이지 내부에 형성된 자기장이 분류기에서 발생된 자기장에 의해 영향을 받는 것을 최소화할 수 있어, 상기 분류기 내의 진공도를 정확하게 측정할 수 있는 효과가 있다.

<50> 또한, 본 발명인 이온 주입 장치의 콜드 캐소드 이온 게이지 내부에는 항상 일정한 크기의 자기장만이 형성되므로, 일반적인 경우처럼 분류기에서 발생하는 큰 자기장에 의해 더 많은 이온들이 생성되고, 콜드 캐소드 이온 게이지 내의 애노드 전극에 이들 이온들의 빠른 증착으로 인해, 콜드 캐소드 이온 게이지의 수명이 단축되는 것을 방지할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

반도체 기판상의 특정부위에 이온화된 불순물을 주입시키는 이온 주입 장치에 있어서,

이온소스부에서 생성된 이온들 중 상기 기판에 주입할 이온만을 선별하는 분류기와;

상기 분류기의 진공을 형성하기 위한 진공장치와;

상기 분류기의 진공도를 측정하는 측정기와; 그리고

상기 분류기에서 발생하는 자기장으로부터 상기 측정기를 차폐하는 차폐기를 구비하되,

상기 차폐기는,

상기 측정기의 둘레를 감싸는 복수의 차폐판들과;

상기 복수의 차폐판들 사이에 삽입되는 유전체를 구비하는 것을 특징으로 하는 이온 주입 장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 측정기는 콜드 캐소드 이온 게이지(Cold Cathode Ion Gauge)인 것을 특징으로 하는 이온 주입 장치.

【청구항 3】

제 1항에 있어서,

상기 복수의 차폐판들은 동심원을 이루도록 위치되는 것을 특징으로 하는 이온 주입 장치.

【청구항 4】

제 1항에 있어서,

상기 차폐기는 원통형으로 이루어진 것을 특징으로 하는 이온 주입 장치.

【청구항 5】

반도체 기판상에 이온화된 불순물을 주입시키는 이온 주입 장치에 있어서,

이온소스부에서 생성된 이온들 중 상기 기판에 주입할 이온만을 선별하는 분류기와;

상기 분류기의 진공도를 측정하는 측정기와; 그리고

상기 분류기에서 발생하는 자기장으로부터 상기 측정기를 차폐하는 차폐기를 구비하되,

상기 차폐기는,

상기 측정기의 둘레를 감싸는 제 1 차폐판과;

상기 제 1 차폐판의 둘레를 감싸는 제 2 차폐판과;

상기 제 2 차폐판의 둘레를 감싸는 제 3 차폐판과; 그리고

상기 제 1 차폐판과 상기 제 2 차폐판, 그리고 상기 제 2 차폐판과 상기 제 3 차폐판 사이에 삽입되는 유전체를 구비하는 것을 특징으로 하는 이온 주입 장치.

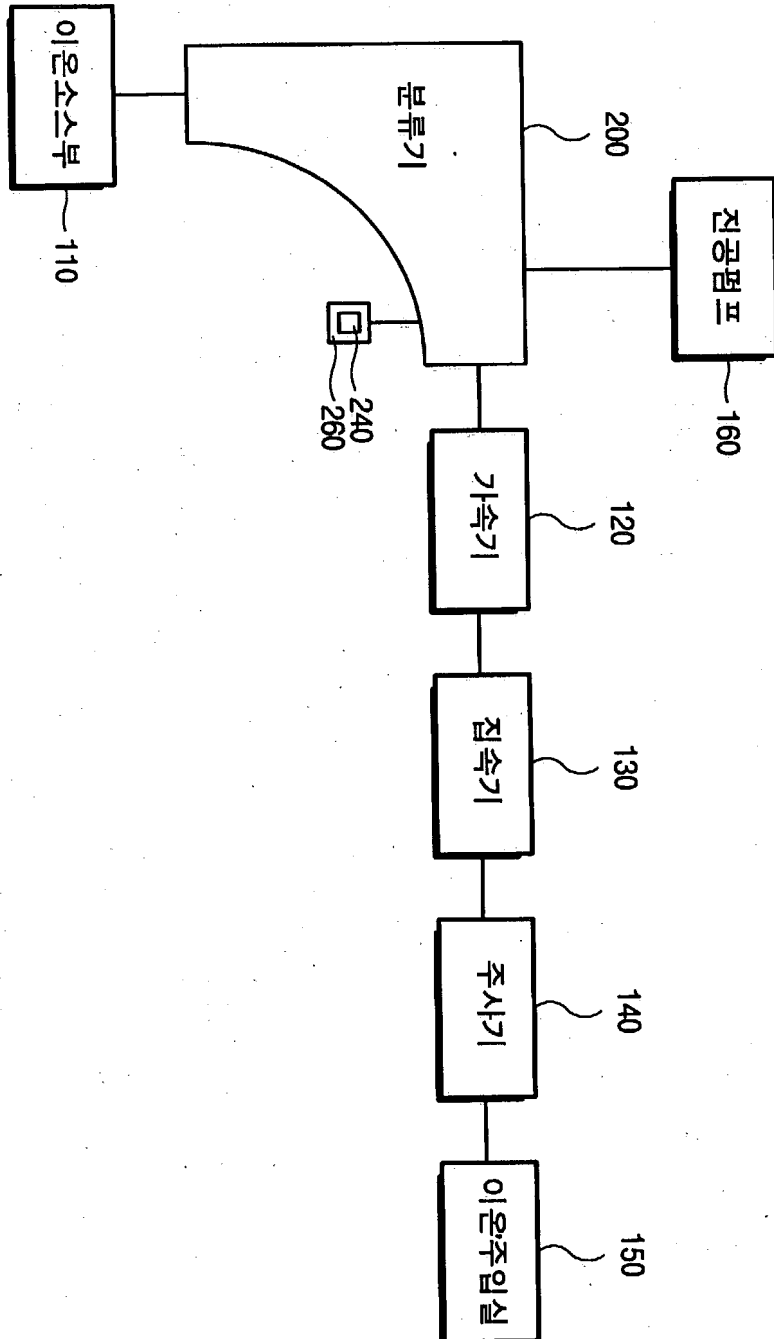
【청구항 6】

제 5항에 있어서,

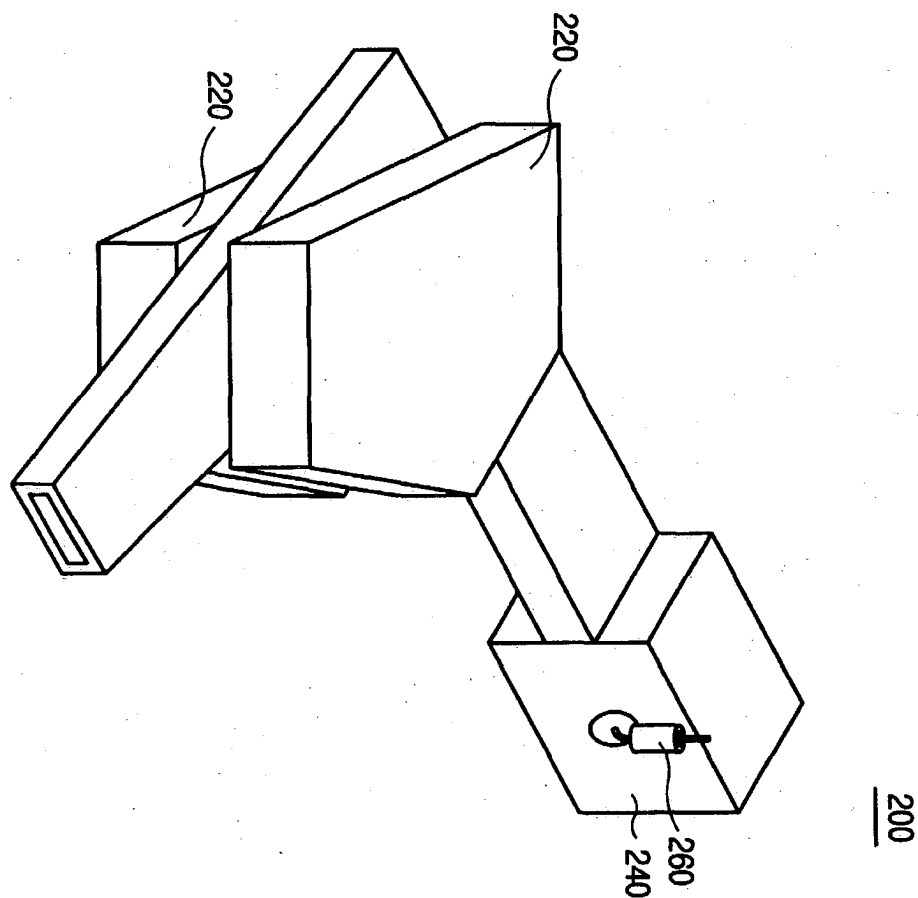
상기 측정기는 콜드 캐소드 이온 게이지(Cold Cathode Ion Gauge)인 것을 특징으로 하는 이온 주입 장치.

【도면】

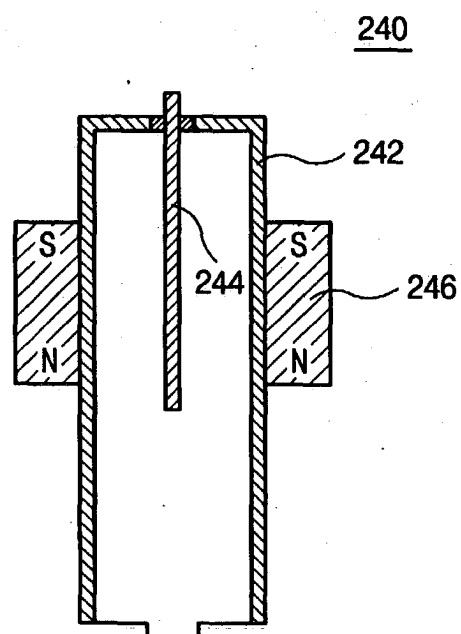
【도 1】



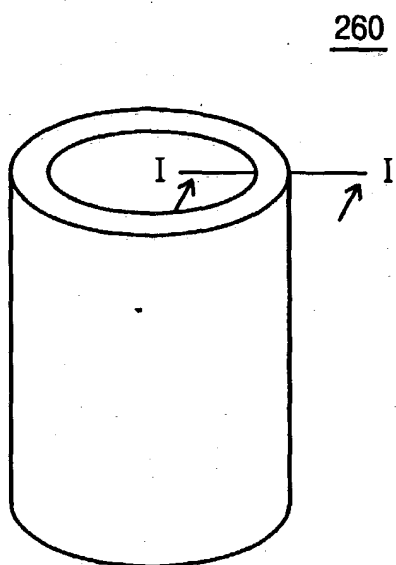
【도 2】



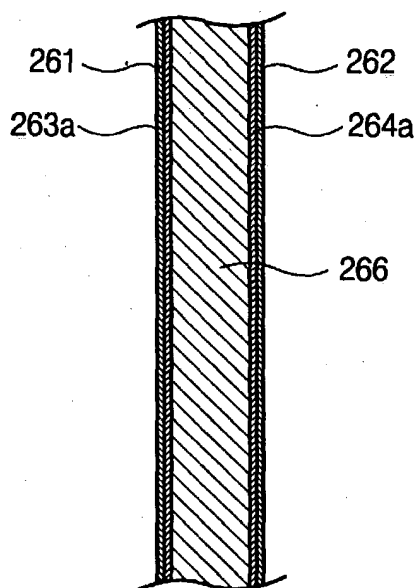
【도 3】



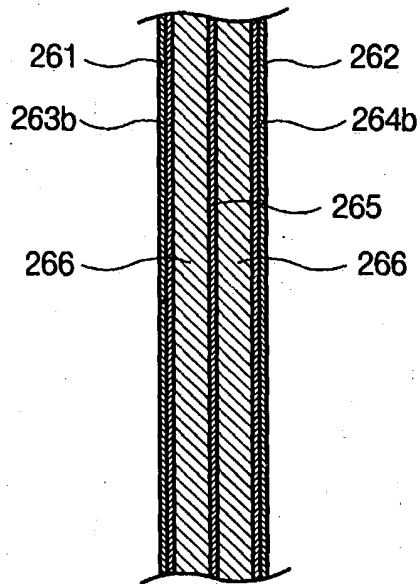
【도 4】



【도 5a】



【도 5b】



【도 6】

